# INSTABILIDADE MORFODINÂMICA NA BACIA DO CÓRREGO SÃO TOMÉ – SÃO TOMÉ DAS LETRAS (MG)

Roberto MARQUES NETO [1]
Adler Guilherme VIADANA [2]

## RESUMO

Uma série de ambientes situados nas faixas intertropicais são caracterizados por significativo potencial de instabilidade, muitas vezes naturalmente condicionada pela própria natureza e arranjo dos atributos do meio físico, e, em outros casos, catalisada por exploração negligente do território proferida pelo Homem.

A súmula aqui apresentada tem por objetivo verificar as perturbações ambientais vigentes na bacia do córrego São Tomé (São Tomé das Letras – MG), área de relevo movimentado do planalto do alto Rio Grande onde a extração de quartzito a céu-aberto configura a modalidade de exploração antrópica mais depredatória no sistema hidrográfico em questão.

A estratégia metodológica condutora da pesquisa apresentada está pautada na abordagem ecodinâmica de Jean Tricart, desdobramento da (meta) Teoria dos Sistemas que conta com vasto campo de aplicação na Geomorfologia. Mediante o cruzamento das cartas de declividade, padrão de formas de relevo, cobertura pedológica, geológico-estrutural, uso do solo e cobertura vegetal, além da densidade de drenagem, foi editado um documento cartográfico que distingue diferentes meios segundo o grau de instabilidade morfodinâmica. A fotointerpretação e o controle de campo também foram fundamentais para a execução da pesquisa, cujos resultados descartaram a situação de estabilidade e diferenciaram meios intergrades, meios moderadamente instáveis, meios fortemente instáveis e meios de instabilidade generalizada.

## INTRODUÇÃO

Os efeitos do clima tropical úmido no substrato físico negligentemente utilizado podem ser constrangedores e/ou trágicos. Na zona de domínio das massas atlânticas, se por um lado a tropicalidade dá margem ao desenvolvimento de uma cobertura vegetal exuberante que se impõem em faixa azonal carregada de biodiversidade como atributo do meio físico de destaque, por outro é capaz de desencadear processos geomórficos cuja abrangência extravasa o universo dos impactos no ambiente natural para abarcar desfechos econômicos e sociais negativos que causam prejuízos ao governo e a população.

São comuns e repetitivos nos noticiários os casos de movimentos de massa que destroem habitações humanas e causam vítimas fatais, o que, via de regra, atinge as populações de baixa renda que ocupam áreas de encostas e fundos de vales; instalações estas por vezes irregulares e com total falta de segurança. Esses desfechos podem ser quase sempre explicados pela marginalização das políticas habitacionais que não dão conta de assentar de maneira racional no espaço os habitantes de determinado território. Dessa maneira, esse tipo de tragédia chega a ser corriqueira em ambientes caracterizados por topografia íngreme, como nos municípios do Rio de Janeiro (RJ) e Petrópolis (RJ), áreas exemplares nas quais esse tipo de processo morfogenético registra a dinâmica paisagística. A superfície

[1] Geógrafo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP-Rio Claro.
[2] Professor adjunto do Departamento de Geografia da UNESP-Rio Claro.

lubrificada que se forma no contato da rocha com o solo em função dos elevados índices pluviométricos é responsável natural por esses eventos.

A despeito da influência das características referentes ao meio físico, como declividade, pluviosidade e susceptibilidade à erosão dos solos, a fragilidade dos ecossistemas também responde a um uso/ocupação negligente do território. A expansão urbana e industrial das grandes cidades e a conseqüente retirada da cobertura vegetal expõe o manto de alteração à ação dos agentes exógenos até o rompimento de seu equilíbrio natural, quando a força da gravidade vence o limiar de resilência das partículas formadoras do solo e dá margem ao deslizamento. A ocorrência de Cambissolos expostos, dotados de horizonte B incipiente e perfil pouco desenvolvido favorece uma rápida infiltração e encharcamento, contribuindo assim para agilizar o processo, que é mais expressivo em áreas de declividade acentuada.

A dinâmica intrínseca ao meio ambiente tropical é, portanto, bastante complexa e delicada. O manejo e utilização do espaço nessas áreas devem levar em consideração possíveis efeitos negativos, que provocam perdas de solo para a agricultura, prejuízos materiais para os cofres públicos e, em casos extremos, vítimas humanas. Para tanto, o entendimento das variáveis naturais envolvidas é fundamental. Christofoletti (1993) assevera que é o meio físico que deve ser manejado, e que, se os planejadores, ao ignorarem os condicionantes hidrológicos e geomorfológicos, contribuirão para que os projetos e planos sejam eivados de riscos e projeções duvidosas.

Com base nessas premissas e levando em conta a inter-relação e interdependência que permeia os sistemas ambientais físicos, a presente súmula tem por objetivo apresentar e discutir o quadro de instabilidade morfodinâmica vigente na bacia do córrego São Tomé (São Tomé das Letras – MG), onde a extração de quartzito a céu-aberto é a modalidade de exploração antrópica mais expressiva no tocante aos impactos ambientais, que também estão relacionados à retirada da cobertura vegetal original para dar margem às atividades agropecuárias.

## LOCALIZAÇÃO

O município de São Tomé das Letras (MG) pode ser localizado em ponto determinado pelas coordenadas 21º 43’ 20” lat. Sul e 44º 59’ 07” long. Oeste.

Do ponto de vista geomorfológico, a área está no domínio morfoestrutural remanescente de cadeias dobradas, que engloba a região dos planaltos da Canastra e do alto rio Grande, o qual incorpora conjuntos de modelados resultantes da exumação de estruturas dobradas ao longo dos ciclos geotectônicos pré-cambrianos (PROJETO RADAMBRASIL, 1983).

São Tomé das Letras (MG) localiza-se na região do alto rio Grande, mais especificamente na unidade denominada Planalto de Andrelândia (PROJETO RADAMBRASIL, *op cit*.), que consiste numa área de dissecação homogênea em colinas de topos convexos a tabulares e vertentes predominantemente convexas cortadas por cristas monoclinais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O diagnóstico apresentado procura ir além de uma simplificada caracterização da paisagem em seus aspectos fisiográficos, sendo pretendido também a construção de um modelo que forneça subsídios para o entendimento de sua dinâmica e sua correspondente variabilidade no interior da bacia, fator este relacionado à distribuição e presença/ausência de seus atributos naturais e ao grau e modalidade de exploração antrópica.

A estratégia metodológica adotada para o cumprimento dos objetivos está pautada na proposta ecodinâmica de Tricart (1977), na qual a Teoria Geral dos Sistemas se inscreve de forma explícita, e que estabelece diferentes unidades ecodinâmicas segundo o padrão

evolutivo. O autor (*op cit*. p. 32) esclarece que "*uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou mais ou menos negativas sobre as biocenoses*", sendo que esse conceito se encontra atrelado a definição de ecossistema: "*baseia-se no instrumento lógico de sistema e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente*".

Tricart (1977, *op cit*.) estabeleceu três tipos gerais de meios morfodinâmicos em função dos processos atuantes: *meios estáveis*, *meios intergrades* e *meios fortemente instáveis*. Em linhas gerais, os meios estáveis são áreas de lenta evolução, onde os processos pedogenéticos superam os processos morfogenéticos. Os meios intergrades configuram áreas de transição, com interferência permanente entre morfogênese e pedogênese, e os meios fortemente instáveis são aqueles em que a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural.

Bellato (2001), aplicando esse método, reuniu os meios estáveis e intergrades em uma única categoria, que denominou de *meios intergrades com forte potencial de instabilidade*, ao passo que os meios instáveis foram divididos em três sub-categorias: *meios moderados a fortemente instáveis*, *meios fortemente instáveis* e *meios extremamente instáveis*.

Ross (1990) também apresenta aplicação prática deste método na região da Grande São Paulo que resultou em um mapa em que as manchas diferenciavam cinco categorias de comportamento morfodinâmico: áreas de estabilidade mofodinâmica natural, áreas de estabilidade morfodinâmica de origem antrópica, áreas de instabilidade morfodinâmica moderada, e duas áreas com alto grau de instabilidade morfodinâmica diferenciadas segundo características particulares a cada uma delas.

Essas adaptações são relevantes para o aprimoramento do método, que passa a ser condutor no estudo de diferentes áreas e estendido para a investigação de realidades ambientais específicas. Tais adaptações simplificam a carta ecodinâmica de Tricart (1977, *op cit*.), que, pela excessiva quantidade de informações expressas em cores, pontos e linhas, é dotada de grande complexidade e de difícil elaboração.

Em consonância a Bellato (*op cit*.), no presente trabalho também foi descartada a situação de estabilidade. A área de estudo localiza-se em ambiente de planalto, onde os processos erosivos são os predominantes, estando submetida à regulação imposta pelos tipos de tempo que caracterizam o clima tropical úmido, sugerindo assim certa cautela ao se considerar situações de estabilidade plena. Foram então considerados os meios intergrades, também fazendo ressalvas quanto à sua instabilidade potencial, e os meios instáveis, estes últimos subdivididos em *meios moderadamente instáveis*, *meios altamente instáveis* e *meios de instabilidade generalizada*, procurando adequar o método à realidade local. Em conseqüência aos procedimentos adotados, o resultado final não se traduz pela carta ecodinâmica de Tricart, mas numa diferenciação de áreas segundo sua fisiologia e morfodinâmica, expressadas através de uma terminologia qualitativa.

A categorização se deu mediante a atribuição de valores de 0 a 5 para o uso do solo e a cobertura vegetal, que receberam cinco dígitos referentes ao grau de interceptação da atual cobertura vegetal, ao relevo (padrão de formas e declividade), à susceptibilidade à erosão dos solos, à litologia e à densidade de drenagem. Esse procedimento consiste em adaptação de proposições de Ross (1994) e Silva e Ross (2004). Posteriormente os valores foram associados através da soma para o enquadramento nas unidades morfodinâmicas mencionadas. Esses valores aparecem no mapa na forma de dígitos de acordo com a ordem supracitada, que é decrescente conforme a importância verificada para o atributo considerado, ou seja, o número que aparece primeiro se refere ao uso do solo e cobertura vegetal, tido como principal variável morfogenéica em questão, e o último à densidade de drenagem.

Os documentos cartográficos que subsidiaram o trabalho de campo e serviram de base para a produção da carta de unidades ecodinâmicas se referem às folhas SF-23-X-C-IV-1

(Luminárias) e SF-23-I-IV-2 (Três Corações) em escala 1/50000, acompanhadas de suas respectivas imagens aeorespaciais (TM- Landsat-5, composição colorida), além de imageamentos compatíveis com a escala 1/ 25.000. A drenagem foi enriquecida com base nas isolinhas que possuem a convexidade voltada para montante de forma que acuse claramente a presença de cursos d'água não representáveis na escala trabalhada, no intuito de melhor apreender a densidade de drenagem, dada a importância desse fator para o reconhecimento de áreas de instabilidade natural. A avaliação das imagens de satélite também auxiliou esse processo, que foi complementado ainda com o controle de campo que tornou possível a identificação de canais menores, perenes e intermitentes.

A declividade do terreno, parâmetro tido aqui como fundamental para o estabelecimento de classes de instabilidade, foi quantificada com base na técnica proposta por De Biasi (1970) e aprimorada por Sanchez (1993). Somado ao grau de dissecação e à declividade considerou-se também o tipo de solo, os conjuntos de formas de relevo, o uso do solo e a cobertura vegetal e a litologia. Do cruzamento dessas informações tornou-se possível a confecção do documento cartográfico final, que sintetiza os resultados obtidos nessa investigação discriminando no espaço correspondente à rede hidrográfica analisada as diferentes unidades morfodinâmicas. As cartas basilares que foram citadas foram previamente editadas e apresentadas em outras comunicações (MARQUES NETO e LADEIRA, 2004); MARQUES NETO (2004).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A bacia do córrego São Tomé abrange parte da porção meridional do município de São Tomé das Letras (MG), com seção parcial do interflúvio ocupada pela área urbana. Nela podem ser distinguidos dois compartimentos geomorfológicos discriminados com base na litologia e nos aspectos morfológicos, os quais foram divididos em alta bacia e média-baixa bacia.

A alta bacia confina-se inteiramente na Serra de São Tomé, estrutura monoclinal que segue orientação geral NE-SW. Sua litologia é constituída pelos quartzitos micáceos da Formação São Tomé das Letras (PROJETO RADAMBRASIL, *op cit*.), metassedimentos da margem passiva do paleocontinente São Francisco depositados em ambiente costeiro da borda cratônica. Segundo Almeida (1992), esses antigos arenitos encerraram, no neoproterozóico, o Ciclo Deposicional Andrelândia, processado durante o período em que o cráton do São Francisco esteve em estabilidade com margem passiva consolidada. Dobramentos recumbentes se processaram durante a coesão da Terra de Gondwana no neoproterozóico (Ciclo Brasiliano).

A estrutura da Serra de São Tomé exibe acamamento paralelo definido, indicando o ambiente deposicional de origem, de natureza costeira. Possui aspecto cuestiforme com um front orientado para Leste e um reverso que descamba para a depressão do rio Verde no rumo Oeste, perfazendo nesse sentido suaves mergulhos.

No ambiente litólico que caracteriza as cumeadas da serra se desenvolve uma vegetação de cerrado bastante adaptada, com sistema radicular penetrando nas diáclases e fraturas presentes na estrutura rochosa. As árvores são esparsas e intercaladas com vegetação arbustiva, tufos de gramíneas e presença marcante de cactáceas. Nas partes mais baixas tem-se a ocorrência de Neossolo litólico, e o cerrado medra com maior tipicidade, exibindo um maior adensamento de árvores.

Uma falha bem marcada com notável sistema de encachoeiramento (cachoeira Vale das Borboletas segundo a denominação local) constitui a ruptura litológica que limita a alta da média-baixa bacia, embasada predominantemente por gnaisses metassedimentares, classificados pelo Projeto Radambrasil (*op cit*.) por Gnaisse Piedade, que reconheceu sua disposição numa faixa de aproximadamente 60 km de largura média e 300 km de extensão, formando um arco com a concavidade voltada para o cráton do São Francisco. A

decomposição dessas rochas forneceu material para a pedogênese latossólica nas partes mais rebaixadas, com ocorrência de Cambissolos em alguns setores de meia encosta e em vertentes curtas.

O padrão de formas de relevo que marca esse setor se traduz por morros e pequenas colinas com vertentes predominantemente convexas a retilíneas. O manto pedológico mais desenvolvido aporta a mata latifoliada semidecídua como vegetação original, bastante degradada na atualidade. Em alguns pontos ainda prevalecem pequenas manchas de cerrado e campos naturais, predominantemente os campos sujos, estes ocorrendo comumente em Cambissolos.

Toda a área estudada está submetida ao clima tropical de altitude (Cwb, segundo Köppen), com invernos moderadamente quentes e invernos frios e secos. O reverso suavemente inclinado que emoldura o Planalto Sul de Minas em relação a Serra da Mantiqueira acusa diminuição no índice pluviométrico por conta do *efeito fohen*, através do qual as massas de ar descem a sotavento pelo *gradiente adiabático de compressão* (NIMMER, 1989). Efeitos orográficos diferenciados são bastante perceptíveis na serra de São Tomé, alçada em altitude de destaque em relação ao entorno rebaixado por meteorização mais intensaa dos gnaisses e dos níveis xistosos que se intercalam com o quartzito em alguns pontos.

## RESULTADOS OBTIDOS – OS IMPACTOS AMBIENTAIS E A DINÂMICA DA PAISAGEM

As unidades ecodinâmicas concebidas no interior da bacia do Córrego São Tomé estão entrelaçadas tanto com os aspectos naturais do terreno como com a modalidade e a intensidade da exploração antrópica, sendo passíveis de espacialização (Figura 1).

Na seqüência são apresentados os meios diferenciados seguidos da apresentação mais detalhada dos critérios avaliados e das características e atributos ambientais que lhe pertencem, acompanhados de uma tabela que congrega as classes morfodinâmicas estipuladas e suas características.

Tabela 1. Valor das unidades morfodinâmicas

| UNIDADES MORFODINÂMICAS | VALORAÇÃO |
|---|---|
| Meios intergrades | <4 |
| Meios moderadamente instáveis | 4-8 |
| Meios fortemente instáveis | 8-12 |
| Meios de instabilidade generalizada | >12 |

Uma vez descartada a situação de estabilidade absoluta, os setores de maior equilíbrio morfodinâmico na bacia foram classificados como meios intergrades, mantendo-se para essa categoria a denominação de Tricart (1977), indicativa de áreas de transição que sofrem interferência mútua da morfogênese e da pedogênese, fazendo ressalvas acerca de sua instabilidade potencial.

Nogueira (2001) entende que a determinação de ambientes estáveis e intergrades é algo bastante relativo, uma vez que a natureza dos processos atuantes determina uma sucessão constante de desequilíbrios seguidos de novos arranjos em direção a um novo estado de equilíbrio. Nesse sentido, Tricart (1977, *op cit*.) também chama a atenção para a dificuldade em se considerar uma plena situação de estabilidade, mesmo em planícies onde os processos deposicionais são largamente predominantes.

Na área estudada esses meios (intergrades) são exemplificados pelas áreas recobertas pela mata latifoliada semidecídua e por algumas manchas de cerrado. A presença da vegetação arbórea confere relativa estabilidade às vertentes, com predomínio para a situação de biostasia de Erhart (1966) ou de fitostasia de Tricart (1977). Entretanto, esses setores não estão completamente isentos da atuação de processos físicos. Lentos e contínuos

movimentos de massa podem ser verificados através dos pequenos sítios de acumulação que se formam na base das vertentes e que são, por sua vez, retirados e transportados durante as cheias.

A água da chuva que não é interceptada pela vegetação exerce forte efeito mecânico sobre o solo, sendo que a própria deciduidade da mata, em que várias espécies reduzem o seu sistema foliar durante as épocas de estiagem, contribuem para o processo ao comprometerem a eficiência da interceptação frente a chuvas que possam eventualmente precipitar durante o inverno. Com a diminuição da interceptação, um volume maior de água atinge diretamente a superfície do solo sem o déficit de energia cinética que ocorreria na parte aérea da vegetação. Christofoletti (1974) destaca os processos morfogenéticos pluviais como dos mais importantes para a esculturação das vertentes, onde a ação mecânica das gotas de chuva desencadeia a retirada e movimentação inconstante das partículas terrosas, a que se denomina de *saltitação* ou *splash erosion*.

A interceptação, portanto, não inibe por completo o impacto da chuva sobre a superfície. Salvo a água retida nas folhas que sofrerá evaporação – e que constitui em si o déficit de escoamento – toda a água interceptada atingirá os andares inferiores na forma de goteiras, embora quase sempre abaixo da velocidade limite. Ainda assim, Tricart (1977) chama a atenção para situações em que o sub-bosque é ausente, inviabilizando a dispersão da energia cinética da goteira, ou ainda para casos em que as folhas possuem formato favorável à concentração de água, o que desencadeia um escorrimento definido em forma de “cascata” e que atinge diretamente a superfície. Nesses casos o impacto das águas pluviais sobre o solo pode ser mais significativo do que aquele em que a água atinge a superfície em queda livre.

Nesses setores, embora a pedogênese seja predominante, a interferência da morfogênese é verificada através dos processos que foram apresentados, o que levou à colocação desses meios na categoria *integrades*, considerando uma provável situação de instabilidade no caso da degradação ou retirada da cobertura vegetal correlata.

Foram enquadrados como meios moderadamente instáveis os pontos mais fracamente dissecados cujas declividades estão sempre abaixo de 40º. São áreas ocupadas por pastagem de caráter semi-extensivo e semi-intensivo, coberta por gramíneas onde predominam os latossolos.

Operam nesses meios algumas ações geomórficas continuadas mais visíveis, destacando os terracetes que se formam pela passagem contínua do gado e que podem ser o paço inicial de processos erosivos mais graves. O pisoteamento imposto pelos animais a esses trechos de deslocamento preferencial degrada a cobertura de gramíneas e expõe o solo à ação dos agentes de meteorização. Pode-se considerar, para esses setores, predomínio dos processos morfogenéticos, constatados também por incipientes erosões laminares com relativa perda do solo, categoria essa que padroniza a maior parte da bacia.

Os meios fortemente instáveis correspondem ao setor quartzítico à jusante das lavras e aos setores gnáissicos associados a pastagens, porém mais dissecados e com declividades mais acentuadas em relação à classe anterior.

No quartzito a instabilidade está vastamente associada à mineração. São encostas repletas de pilhas de estéril e de material coluvial provenientes da extração, provocando inumação e franca degradação do cerrado existente no local. Deve-se aqui ressaltar a resistência do quartzito ao ataque químico, o que repercute através de anomalias positivas do relevo nas áreas de ocorrência desses metassedimentos. No entanto, esse setor é marcado por constante mobilização de material e pela presença do rejeito empilhado, inviabilizando a instalação de condições de fitostasia pela ação antrópica. A instabilidade, nesse caso, não se refere propriamente à evolução das encostas, mas sim a contribuição anômala expressa pelo estéril da mineração que altera perenemente os fluxos de matéria e energia ao longo do subsistema vertente e encerra impactos veementes nos tecidos ecológicos. A degradação da biota determina uma superfície de maior exposição e favorece o desgaste

mecânico e o desplacamento, propriedades que caracterizam essa unidade litológica. Não raro a própria pressão exercida pelo sistema radicular das plantas possibilita a fragmentação da rocha.

Na área litologicamente composta pelos gnaisses, os setores fortemente instáveis se distribuem segundo a declividade das vertentes, grau de dissecação, e uso e ocupação do solo. São trechos que agrupam um número maior de animais no pasto com ocorrência de erosões laminares e presença de ravinas, que, conforme a proposição de Tricart (1992), se efetivam na forma de sulcos com profundidade superior a 15 cm, formados pelo escoamento superficial concentrado. As erosões laminares são mais comuns nesses trechos, e exibem perdas de solo mais expressivas. Corresponde a um amplo setor à jusante da formação do Córrego São Tomé em sua margem direita.

Essas áreas são marcadas por nítido predomínio dos processos morfogenéticos frente a pedogênese, sendo notória a evolução mais acelerada dessas encostas. No entanto, tais processos não ocorrem de maneira crônica e descontrolada, distribuindo-se descontinuamente no espaço interno da bacia. De acordo com Tricart (1968) esses fenômenos descontínuos são gerados em intervalos longos, de maneira que a pedogênese é capaz de se desenvolver entre as duas manifestações. Em função da escala trabalhada, as manchas que englobam essa categoria foram atribuídas a vertentes onde tais processos são os mais representativos.

Por último, foram tomadas como áreas de instabilidade generalizada àquelas onde ocorre a extração de quartzito e o entorno mais amplamente afetado.

A mineração modifica rigorosamente a energia do relevo: ao mesmo tempo em que expõe taludes na forma de penhascos, é responsável pelo aplainamento da serra em outros setores. A área é recoberta por seixos e areias quartzosas que são constantemente transportadas pelo escoamento superficial e pela ação eólica, além do rolamento de material que se dá em função da gravidade. Os processos de retirada, transporte e deposição das partículas são extremamente dinâmicos, e modificam perenemente a paisagem superficial.

Os rejeitos deslocados pelas vertentes coletoras atingem inexoravelmente os canais fluviais a elas conectados. O resultado disso é um entulhamento excessivo dos talvegues por bancos de seixos e de areia que formam pronunciados diques marginais, dando margem a uma acentuada erosão lateral e provocando o alargamento do canal. Ao procurar os trechos menos obstruídos, o fluxo adquire padrão anastomosado e divagante em vários pontos, evidenciando um quadro de instabilidade traduzida por intensa morfodinâmica do canal.

Tabela 2. Classes morfodinâmicas segundo propriedades do meio físico e uso do solo.

| CLASSES MORFODINÂMICAS | Densidade de drenagem | Litologia | Uso do solo e cobertura vegetal | Cobertura pedológica | Declividades Predominantes | Padrão de formas de relevo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Meios Intergrades | Baixa | Gnaisse | Mata latifoliada semi-decídua e cerrado | Latossolo vermelho-escuro distrófico/ Cambissolos | 20 – 40% | Morros e Colinas |
| Meios moderadamente instáveis | Média | Gnaisse | Pastagens e cultura de milho e café | Latossolo vermelho-escuro-distrófico/ Cambissolos | 5 – 20% | Morros e Colinas |
| Meios altamente instáveis | Baixa | Gnaisse/ quartzito | Pastagens e cerrado | Latossolo vermelho-escuro distrófico/ Cambissolos/ Neossolo litólico | 20 – 40 % - trechos superiores a 50% | Morros, Colinas e Serra |
| Meios de instabilidade generalizada | Média | Quartzito | Mineração | Ambiente litólico – ausência de cobertura | 20 – 40% - trechos superiores a | Serra |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | pedológica | 50% | |

Esses trechos foram considerados de instabilidade generalizada em função da constante modificação que se processa na paisagem local. É nas áreas mineradas e nos canais fluviais mais afetados pelos rejeitos que a instabilidade é maior e espacialmente generalizada. Para esses casos, a modificação nas formas do modelado por conta na alteração que ocorre na cascata de matéria e energia do sistema determina uma evolução acelerada para a área, com modificação constante de sua geometria. O processo de abrasão das margens contribui para o aumento da carga de fundo e, conseqüentemente, para acentuar o efeito erosivo, engendrando-se assim um sistema de retroação positiva que acelera a evolução do modelado e catalisa o quadro de instabilidade.

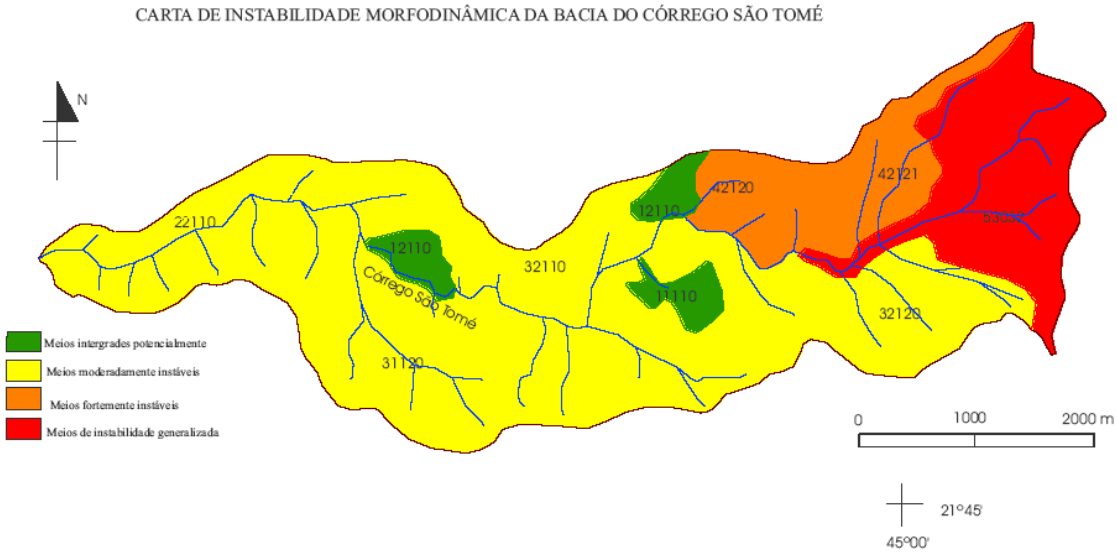


Figura 1 – Classes morfodinâmicas da bacia do córrego São Tomé

## CONCLUSÕES

A abordagem ecodinâmica de Jean Tricart (1977, *op cit.*) demonstrou aplicabilidade aceitável para o presente estudo de caso. Dentro da escala trabalhada, o estabelecimento de cores para o mapa de fragilidade ambiental foi compatível com a realidade, e, da mesma forma, a valoração dada foi capaz de diferenciar, dentro de um intervalo, áreas que passam por processos morfogenéticos similares.

Também foi verificado o quanto imprescindível é ter posse dos atributos do meio físico que compõem uma bacia hidrográfica, bem como o quanto é importante a cartografação de elementos do terreno relevantes para o estudo das dinâmicas ambientais, destacando as cartas geológicas, do relevo, de uso do solo e cobertura vegetal e de declividade, que cruzadas permitiram, juntamente com a mensuração da densidade de drenagem, a carta síntese final. De grande relevância também foi a apreensão dos tipos de solo ocorrentes, ainda que não tenha sido editada uma carta que represente a cobertura pedológica pela própria homogeneidade no interior deste sistema hidrográfico no que se refere ao manto pedológico.

Do cruzamento das informações foram observadas as relações estreitas entre as variáveis consideradas e as diferentes situações morfodinâmicas, o que não deve ser tido como um determinismo previsível e inconteste para a confirmação de hipóteses. Embora as ações geomórficas estejam atreladas de maneira estreita aos condicionantes físicos, isso não

implica que, necessariamente, a morfogênese deve se processar com maior vigor, por exemplo, em áreas de maior declividade e/ou mais densamente dissecadas. É certo que outros fatores influem e tomam forma quando a complexidade sistêmica é evocada.

Fazendo menção a respeito dos ambientes tropicais, deve-se ressaltar a notável capacidade da natureza em se retroalimentar: é notável como a flora brota em meio ao cenário desolador que caracteriza a paisagem das minas de quartzito como verdadeira fênix. A instabilidade que se instala nesses meios em face à ação antrópica, embora possa conduzir a amplo grau de degradação, não implica que tal processo, concordando com Conti (1989), seja necessariamente irreversível, uma vez que a forte concentração energética das faixas intertropicais auxilia a reorganização do ambiente uma vez interrompido o processo de destruição. Entre um quadro de degradação e modificação permanente dos traços geomorfológicos em alguns setores, a vegetação revela adaptação notória, mostrando possibilidades para sua recomposição.

Por último, é necessário apontar para os processos exploratórios irracionais a que a área é submetida, dentre os quais a extração de quartzito é o mais representativo. Praticada com veemente desleixo e sem nenhum tipo de monitoramento e medidas mitigadoras de impactos, a exploração dá margem a impactos ambientais constrangedores. Fonte primordial de renda para o município, a mineração parece favorecer as empresas e proprietários das minas, que geram empregos mal remunerados e extremamente insalubres ao mesmo tempo em que submetem a população a presenciar uma destruição radical de seu ambiente vivido.

## REFERÊNCIAS


ALMEIDA, J. C, H. – **Mapeamento Geológico da Folha Luminárias (MG 1/ 50 000) com Ênfase na Análise Estrutural dos Metassedimentos do Ciclo Deposicional Andrelândia** – Dissertação de Mestrado. Rio de janeiro, 1992, 102p.

CHRISTOFOLETTI, A. – **Geomorfologia** – São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1974, p. 21-51

_____ - A Inserção da Geografia Física na Política de Desenvolvimento Sustentável – **Geografia**, Rio Claro, v. 18, n. 1, p. 1-22, 1993

CONTI, J. B. – O Meio Ambiente Tropical – **Geografia**. Rio Claro, v. 14, nº 18, p. 69-79, 1989

De Biasi, M. – Carta de Declividade de Vertentes – Confecção e Utilização – **Geomorfologia**. São Paulo, n.21, p. 8-13, 1970

ERHART, H. – A Teoria Bio-Resistásica e os Problemas Biogeográficos e Paleobiológicos – **Notícia Geomorfológica**. Campinas: nº 11, p. 51-58, 1966

MARQUES NETO, R. – **Abordagem Sistêmica em Geomorfologia e Diagnóstico do Meio Físico para Avaliação de Impactos Ambientais Decorrentes da Mineração nas Bacias do Córrego São Tomé e do Ribeirão Vermelho** – Trabalho de Graduação (Bacharelado em Geografia). IGCE. UNESP – Rio Claro, 2004. 89p.

MARQUES NETO, R.; LADEIRA, F. S. B. – Estudo dos Impactos Causados por Mineração Através da Abordagem Sistêmica em Geomorfologia – IN: **V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMORFOLOGIA E I ENCONTRO SUL-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA (Anais).** UFSM. Santa Maria, 2004, CD-ROON

NIMMER, E. – **Climatologia do Brasil** – IBGE. Rio de Janeiro, 1989, p. 22-64

NOGUEIRA, S. M. B. – **Análise da Susceptibilidade Ambiental e Diretrizes para o Zoneamento do Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar (SP)** – Tese (doutorado em Geografia). IGCE. UNESP. Rio Claro, 2001, p.15-50

**Projeto RADAMBRASIL** – Folha SF-23 Vitória/ Rio de Janeiro, 1993

ROSS, J. L. S. – **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento** – Contexto: São Paulo, 1990, 84p.

_____ - Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados – **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: FFLCH. USP. n. 8. p.63-74, 1994

SANCHEZ, M. C. – **À Propósito das Cartas de Declividade**. Rio Claro, p. 311-314 1993

SILVA, J. P.; ROSS, J. L. S. – Identificação e Análise das Fragilidades Ambientais das Unidades Eco-Morfodinâmicas da Bacia do Rio Pirapitingui-Itu-SP – **Revista Ciência e Natura** – Santa Maria: UFSM. Ed. especial. p. 389-411, 2004

TRICART, J. – As Relações entre a Morfogênese e a Pedogênese – **Notícia Geomorfológica**. Campinas: 8 (15), p. 6-18, 1968

_____ – **Ecodinâmica** – SUPREM: Rio de Janeiro, 1977, 97p.

TRICART, J.; KIEWIETDEJONGE, C. - **Ecogeography and Rural Management**. New York: Longman Scientific & Technical, 1992, p. 09-83